

## **ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ОБ'ЄМНИЙ ККД ПОРШНЕВОГО РОЗЧИНОНАСОСА ТА ШЛЯХИ ЙОГО ПІДВИЩЕННЯ**

**Постановка проблеми.** Як відомо, ефективність роботи машини характеризується величиною її коефіцієнта корисної дії. Для розчинонасоса основним показником ефективності можна вважати так званий об'ємний ККД. Ця величина являє собою відношення дійсної подачі до теоретичної. Особливо важливим цей показник є для поршневих розчинонасосів, які залежно від конструктивного виконання можуть мати об'ємний ККД, що змінюється в межах 75-95%.

Від величини об'ємного ККД залежить подача розчинонасоса, ступінь її пульсації, опір просуванню розчинних сумішей по трубопроводах, зношування тертьових деталей поршневої групи, витрати електроенергії на перекачування сумішей. Тому при розробці конструктивних параметрів поршневих розчинонасосів необхідно враховувати фактори, що сприяють підвищенню об'ємного ККД.

**Аналіз останніх досліджень і виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** На рівень об'ємного ККД розчинонасоса найбільший вплив спричиняють дві групи факторів. Перша з них пов'язана з неповнотою заповнення робочої камери розчинною сумішшю, що перекачується, у такті всмоктування. Другою причиною зниження об'ємного ККД є зворотні витоки суміші через усмоктувальний і нагнітальний клапани при їхньому спрацьовуванні на закриття.

Неповнота заповнення усмоктувальної робочої камери насоса обумовлена тим, що будівельна розчинна суміш під дією розрідження в такті усмоктування розширюється. Причиною її розширення є насичення суміші повітрям, одна

частина якого перебуває у вигляді дрібних пухирців, а інша – розчинена у воді суміші відповідно до закону Генрі [1, 2]. При зниженні зовнішнього тиску під час усмоктування відбувається розширення, згідно із законом Бойля-Маріотта, не тільки наявного пухирцевого повітря, але й того повітря, яке додатково виділяється у вигляді дрібних пухирців з води суміші. Встановлено [5], що кількість пухирцевого повітря залежить від рухомості будівельних сумішей. Чим нижча рухомість, тем вище вміст пухирцевого повітря в суміші. Тому малорухомі розчинні суміші під дією розрідження розширюються значно сильніше, ніж суміші підвищеної рухомості.

Однак відносне розширення розчинної суміші при її усмоктуванні в робочу камеру залежить не тільки від вмісту в ній повітря, але й від рівня розрідження в процесі всмоктування, яке, у свою чергу, також обумовлене рухомістю розчинних сумішей. Очевидно, що для поршневих розчинонасосів розрідження в такті всмоктування буде тим більше, чим нижче рухомість середовища, що перекачується. Установлено, що для диференціального розчинонасоса з кульовим усмоктувальним клапаном, що мають діаметр отвору гнізда 40 і кульки 50 мм, розрідження при перекачуванні вапняно-піщаних розчинних сумішей рухомістю від 8 до 12 см становить від 0,065 до 0,044 МПа.

Розрідження при всмоктуванні, крім рухомості суміші і параметрів клапана, залежить від гідравлічних опорів на шляху від бункера до отвору в гнізді клапана, а також від різниці між рівнем розчинної суміші в бункері й висотою розташування всмоктувального клапана.

Кількісно недозаповнення робочої камери при всмоктуванні визначається добутком відносного розширення суміші при даному розрідженні на максимальний об'єм робочої камери. Оскільки зазначений об'єм усмоктувальної камери складається з так званого «шкідливого» об'єму цієї камери й робочого об'єму поршня, то зрозуміло, що чим менше «шкідливий» об'єм камери, тем менше буде абсолютна величина її недозаповнення.

Досить ефективним способом зниження зворотних витоків виявилось підпружинення нагнітального клапана [4]. Особливо значний позитивний ефект

від підпружинення такого клапана зі сферичною поверхнею запірнього елемента отримується при перекачуванні будівельних розчинних сумішей зниженої рухомості (рис. 1). Пояснюється це тим, що непідпружинена кулька в таких сумішах при закритті клапана рухається вниз тільки разом із сумішшю. У той же час підпружинений запірний елемент інтенсивно рухається щодо суміші під дією пружини. Крім того, висота підйому підпружиненого клапана над гніздом є значно меншою, ніж для звичайного клапана.

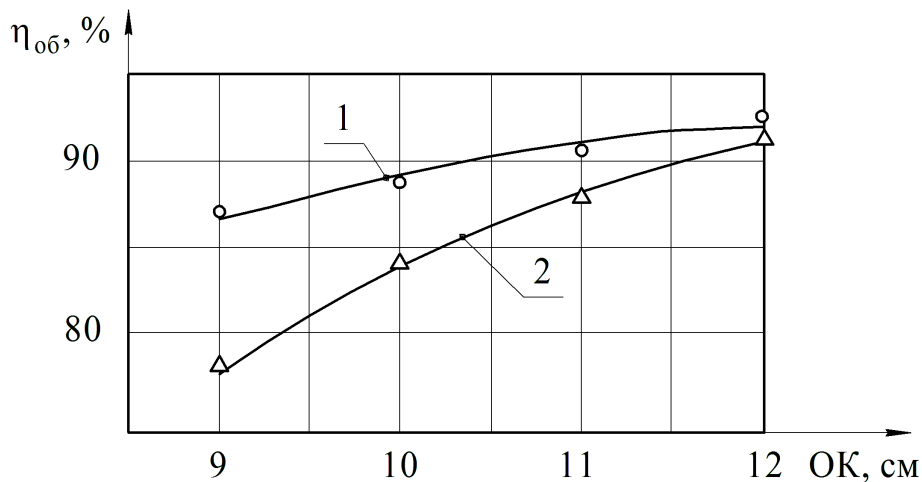


Рис. 1. Вплив рухомості розчинної суміші та підпружинення нагнітального клапана на величину об'ємного ККД розчинонасоса (1 – клапан підпружинений, 2 – непідпружинений)

**Формулювання цілей статті.** Основною метою даної роботи є визначення чинників, які формують об'ємний ККД поршневого розчинонасоса, зокрема зворотних утрат через клапани та розширення і стиснення «шкідливого об'єму» суміші через наявність у ній пухирцевого повітря.

**Виклад основного матеріалу.** Для зменшення недозаповнення робочої камери розчинною сумішшю необхідно зменшувати рівень розрідження під час усмоктування та «шкідливий» об'єм робочої камери.

Розрідження усмоктування можна зменшити шляхом зниження висоти розташування всмоктувального клапана відносно рівня вільної поверхні суміші в бункері, а також за рахунок зниження місцевих гідравлічних опорів на шляху

руху суміші від бункера до отвору в гнізді клапана й у самій конструкції клапана.

Величина зворотних витоків розчинної суміші, що перекачується, при спрацьовуванні кульових клапанів на закриття, за даними [3], залежить у першу чергу від висоти підйому кульок над гніздом клапана й від площі перетину порожнини, розташованої безпосередньо над гніздом клапана. Згідно з механізмом утворення зворотних витоків через гніздо клапана при його спрацьовуванні на закриття назад надходить об'єм суміші, який дорівнює добутку площі перетину нижньої частини робочої камери на різницю висоти підйому кульки над гніздом і величини занурення кульки в суміш під дією власної ваги за час закриття клапана. Звідси виходить, що для зниження величини зворотних витоків необхідно зменшити до оптимального рівня висоту підйому кульки над гніздом клапана, зменшити перетин нижньої частини робочої камери, а також сприяти прискореному опусканню кульового клапана в напрямі гнізда при його закритті.

Не буде зайвим також підкреслити, що питомі втрати від зворотних витоків розчинної суміші через клапани залежать від величини робочого об'єму поршня. Чим він більше, тем менше втрат припадає на одиницю суміші, що перекачується.

Оцінку величини «шкідливого» об'єму для розчинонасоса, який проектується, можливо виконати шляхом аналізу креслення робочої камери розчинонасоса, а саме застосувати другу теорему Гульдена-Паппа. Для цього необхідно визначити площу перетину фігури обертання та центр її мас. Об'єм фігури обертання буде визначатися добутком площі перерізу фігури на довжину окружності, яку проходить її центр мас при обертанні навколо осі. Порівняємо між собою дві конструкції робочих камер розчинонасосів на предмет величини «шкідливого» об'єму. Відмінність між ними полягає в тому, що у першій конструкції (рис. 2) використовується збірний поршень, а у другій (рис. 3) – суцільнолитий, що дозволяє змінити конструкцію поршневої

порожнини таким чином, щоб поршень в лівій «мертвій» точці знаходився якомога ближче до осі робочої камери.

Величина об'єму робочої камери, який буде однаковим для обох конструкцій, складе:

$$V_{pk} = 2 \cdot \pi \cdot l_{pk} \cdot S_{pk} - V_{ск} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 19,16 \cdot 3107,25}{1000} - 7,26 = 373,88 - 7,26 = 366,62 \text{ мл} \quad (1)$$

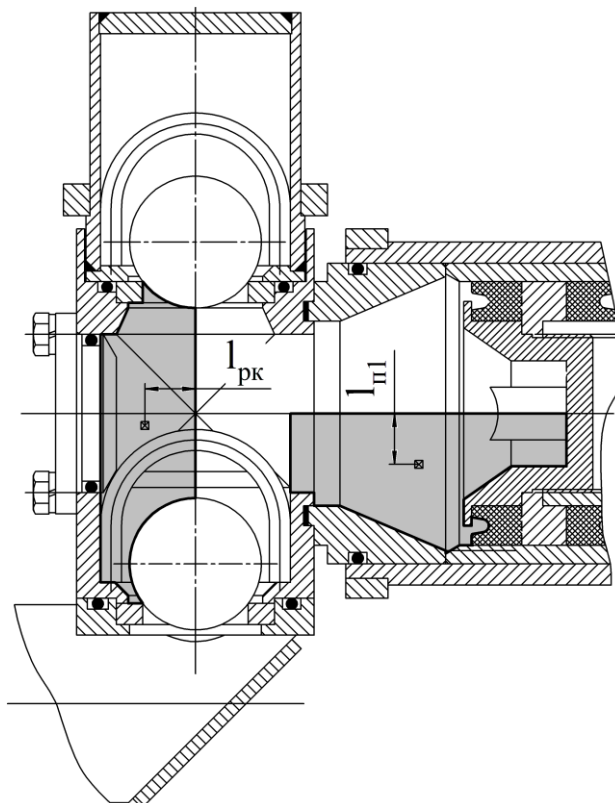


Рис. 2. Креслення робочої камери розчинонасоса із позначенням порожнин (збірний поршень)

Величина об'єму поршневої порожнини для конструкції із збірним поршнем (рис. 2):

$$V_{n1} = 2 \cdot \pi \cdot l_{n1} \cdot S_{n1} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 19,26 \cdot 3652,05}{1000} = 441,72 \text{ мл} \quad (2)$$

Величина об'єму поршневої порожнини для конструкції із суцільнолитим поршнем (рис. 3):

$$V_{n1} = 2 \cdot \pi \cdot l_{n2} \cdot S_{n2} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 21,74 \cdot 1443,28}{1000} = 197,04 \text{ мл} \quad (3)$$

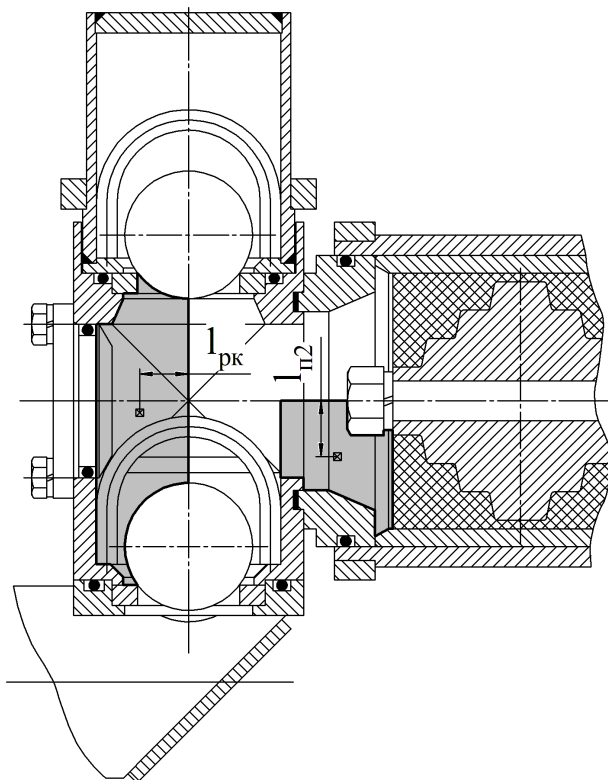


Рис. 3. Креслення робочої камери розчинонасоса із позначенням порожнин (суцільнолитий поршень)

Шкідливі об'єми конструкцій:

$$V_{шк1} = V_{рк} + V_{n1} = 366,62 + 441,72 = 808,34 \text{ мл} \quad (4)$$

$$V_{шк2} = V_{рк} + V_{n2} = 366,62 + 197,04 = 563,66 \text{ мл} \quad (5)$$

Подача розчинонасоса за один такт складе:

$$V_{под} = \pi \cdot r_n^2 \cdot h = 3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 10^6 = 471 \text{ мл}, \quad (6)$$

де  $r_n$  – радіус поршня;

$h$  – хід поршня.

Отже, порівнюючи дані конструкції, видно, що у випадку суцільнолитого поршня величина шкідливого об'єму на 30% менша, ніж для збірного поршня, що позитивно відобразиться на зменшенні втрат розчину, пов'язаних із його розширенням та збільшить всмоктувальну здатність розчинонасоса.

**Висновки.** Проведений аналіз дозволяє зробити висновок про те, що для підвищення об'ємного ККД поршневих розчинонасосів необхідно максимально зменшувати «шкідливий» об'єм усмоктувальної робочої камери, до

раціонального рівня знижувати площу перетину нижньої частини цієї камери й висоту підйому кульки над гніздом клапана, по можливості збільшувати робочий об'єм поршня й зменшувати гідравлічні місцеві опори на шляху руху розчинної суміші від бункера до всмоктувального клапана, підпружинювати нагнітальний клапан. Як показують проведені дослідження, виконання перерахованих рекомендацій дозволяє довести величину об'ємного ККД поршневого розчинонасосів до рівня 85...95%.

### **Література**

1. Башта Т.М. Объёмные гидравлические приводы / Т.М. Башта, И.З. Зайченко. – М.: Машиностроение, 1968. – 628 с.
2. Бобровский С.А. Гидравлика, насосы и компрессоры / С.А. Бобровский, С.М. Соколовский. – М.: Недра, 1972. – 296 с.
3. Головкин А.В. Расчёт утечек через клапаны в дифференциальном растворонасосе с качающейся колонкой. Механизация строительства, 1998, №8, с.19.
4. Кукоба А.Т., Васильев А.В. Дослідження об'ємного ККД гідроприводного розчинонасоса ./Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) / Полт. держ. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка / Редкол.:О.Г. Онищенко (від. ред.) та інші. - Вип.5. - Полтава: ПДТУ, 2000. - с.19.
5. Кукоба А.Т., Коробко Б.О., Васильев А.В. Изменение объёма растворной смеси при перекачивании растворонасосом / Механизация строительства. - 2000. - №3.-с.26.

**Васильєв Є.А., к.т.н., доц., Васильєв О.С., к.т.н., доц.**

### **ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ОБ'ЄМНИЙ ККД ПОРШНЕВОГО РОЗЧИНОНАСОСА ТА ШЛЯХИ ЙОГО ПІДВИЩЕННЯ**

Розглянуте утворення об'ємного ККД поршневого розчинонасоса та фактори, що на нього впливають. Виходячи з того, що зменшення об'ємного ККД негативно позначається на техніко-економічних показниках

розчинонасоса, розглянуті шляхи підвищення величини даного показника за рахунок зміни конструкції робочої камери розчинонасоса.

Ключові слова: поршневий розчинонасос, об'ємний ККД, кульовий клапан, розчинна суміш.

**Е.А. Васильев, к.т.н., доц., А.С. Васильев, к.т.н., доц**  
**ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ НА ОБЪЕМНЫЙ КПД ПОРШНЕВОГО**  
**РАСТВОРОНАСОСА И ПУТИ ЕГО ПОВЫШЕНИЯ**

Рассмотрено образование объемного КПД поршневого растворонасоса и факторы, которые на него влияют. Исходя из того, что уменьшение объемного КПД отрицательно сказывается на технико-экономических показателях растворонасоса, рассмотрены пути повышения величины данного показателя за счет изменения конструкции рабочей камеры растворонасоса и всасывающего клапанного узла.

Ключевые слова: поршневой растворонасос, объемный КПД, шаровой клапан, растворная смесь.

**Е.А. Vasyliiev, PhD ., associate professor, A.S. Vasyliiev, Ph.D., associate professor**

**FACTORS INFLUENCING THE VOLUMETRIC EFFICIENCY**  
**MORTAR PISTON AND WAYS OF ITS IMPROVEMENT**

The formation of volumetric efficiency piston mortar and the factors that affect it. Based on the fact that the decrease in volumetric efficiency of a negative impact on technical and economic indicators of mortar, discussed ways to increase the value of this indicator by changing the design of the working chamber of mortar and the suction valve assembly.

Keywords: piston mortar, volumetric efficiency, ball valve, mortar mix.